

寄主植物对烟粉虱后代种群抗性相关酶活性的影响

王 红^{1,2}, 王冬生^{2*}, 杨益众¹, 李琳^{1,2}

(1. 扬州大学农学院, 扬州 225009;

2. 上海市农业科学院植物保护研究所, 上海市设施园艺技术重点实验室, 上海 201106)

摘要 比较了取食不同寄主植物的烟粉虱后代羧酸酯酶和乙酰胆碱酯酶的活力。结果表明:寄主植物对烟粉虱羧酸酯酶和乙酰胆碱酯酶(AChE)活力影响显著,取食不同寄主植物的烟粉虱后代羧酸酯酶和AChE活力差异显著。在试验的甘蓝、花菜、小白菜和苘麻4种寄主中,取食小白菜、甘蓝的烟粉虱后代种群羧酸酯酶的酶活力显著高于取食花菜和苈麻的,取食小白菜的酶活力最高,是取食苈麻的3.90倍。取食甘蓝的后代种群AChE的酶活力最高,取食苈麻的后代种群酶活力最低;取食花菜与小白菜、小白菜与苈麻之间没有明显差异,但甘蓝与其他寄主上的烟粉虱后代种群之间的差异均达到了极显著水平。取食甘蓝、花菜、小白菜的后代AChE OD值分别为取食苈麻的2.85、2.39倍和1.07倍。

关键词 寄主植物; 烟粉虱; 羧酸酯酶; 乙酰胆碱酯酶; 酶活力

中图分类号 S 433.3

Effects of host plants on enzymes related to pesticide resistance of *Bemisia tabaci*

Wang Hong^{1,2}, Wang Dongsheng², Yang Yizhong¹, Li Linyi²

(1. Agronomy College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;

2. Plant Protection Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai Key Laboratory of Protected Horticultural Technology, Shanghai 201106, China)

Abstract The activity of CarE and AChE in *Bemisia tabaci* progenies fed with different host plants were determined. The results showed that the activity of CarE and AChE in *B. tabaci* fed with different host plants was significantly different from each other, and the results also indicated that host plants significantly affected the CarE and AChE activity of *B. tabaci* progenies. Among the four host plants tested, the CarE activity of the populations of *B. tabaci* progenies fed on greengrocery and cabbage was significantly higher than that on cauliflower and abutilon. The CarE activity was the highest on greengrocery (3.90 times higher than on abutilon). The AChE activity of the populations of *B. tabaci* progenies fed on cabbage was the highest, while that on abutilon is the lowest. There were no difference in AChE activity of *B. tabaci* populations between on cauliflower and greengrocery or on greengrocery and abutilon. But the AChE activity in cabbage populations was significantly higher than in other populations of *B. tabaci* progenies. The OD values of AChE in *B. tabaci* progenies on cabbage, cauliflower and greengrocery were 2.85, 2.39, 1.07 times higher than on abutilon, respectively.

Key words host plant; *Bemisia tabaci*; CarE; AChE; esterase activity

烟粉虱(*Bemisia tabaci*)属于同翅目、粉虱科、粉虱亚科、小粉虱属昆虫,1889年首次发现于烟草上。后来在甘薯上亦发现,寄主种类不断增加。据Secker报道,截至1998年其寄主植物已经超过76科600种^[1](World Conservation Union统计已超过

900种^[2])。与以往熟悉的温室白粉虱不同,烟粉虱的寄主更广泛、适应性更强、为害更严重、抗药性更强。烟粉虱通过刺吸植物直接为害多种蔬菜和观赏植物,同时作为一种媒介还能传播60多种植物病毒^[3]。随着经济全球化的发展,植物和农产品流通

收稿日期: 2006-12-11

基金项目: 上海市科技兴农攻关项目[农科攻字(2006)第2-2-1];上海市重大科技攻关项目(03DZ19320)

* 通讯作者 Tel: 021-52205996; E-mail: zb3@saas.sh.cn

日益广泛,烟粉虱在中国迅速蔓延,对蔬菜和花卉都产生了严重影响。近年来,烟粉虱逐步从保护地作物发展到露地作物,如甘蓝、花菜、小白菜等十字花科蔬菜,为害也逐年加重。且有研究表明,烟粉虱已对许多化学药剂产生了抗性^[4]。致使对其防治日益困难。

昆虫体内的保护酶是当昆虫受到胁迫,包括不良环境、抗性品种等时产生的适应性酶系,被公认为与昆虫的抗药性有关。羧酸酯酶是昆虫体内对杀虫剂进行解毒代谢的重要解毒酶系,乙酰胆碱酯酶是昆虫体内有机磷和氨基甲酸酯类杀虫剂的靶标酶^[5-6],寄主植物本身也会影响取食寄主植物的昆虫体内酶系的变化^[7-12]。董向丽等的研究认为不同植物次生物对棉铃虫乙酰胆碱酯酶敏感性产生重要影响^[13]。这是因为不同寄主植物中所含的植物次生物质种类不同,而植物体中起防御作用的是其体内的次生物质^[14]。关于寄主植物对烟粉虱氨基酸和酶活力的影响在国内外尚未见报道,本文于2004—2006年开展了本项研究,旨在研究不同寄主植物对烟粉虱氨基酸的影响以及对羧酸酯酶和乙酰胆碱酯酶的诱导性,以揭示寄主植物影响烟粉虱药剂敏感性及其解毒机制的内在原因,为烟粉虱抗药性治理和综合防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验药剂

α -乙酸萘酯(α -NA)为上海试剂一厂产品;固蓝RR盐为Fluka公司产品;毒扁豆碱、碘化硫代乙酰胆碱(ATCh I)为Fluka公司产品;二硫双对硝基苯甲酸(DTNB)。各试剂均为分析纯。

1.2 供试烟粉虱与酶液制备

试验初始虫源采自上海市农业科学院温室内,为温室内同一品种的番茄寄主上繁殖多代的后代种群,采回后分别于置有各供试寄主的养虫笼中饲养,取连续饲养于不同蔬菜及苘麻上的第15代烟粉虱初羽化雌虫(<24 h)作为供试昆虫,将50头烟粉虱成虫放入1 mL的离心管中,加入200 μ L 0.02 mol/L的磷酸缓冲液(pH7.0),在冰浴中进行匀浆;然后在4 $^{\circ}$ C(10 000 r/min)下离心10 min。每个种群处理均重复3次。

1.3 酶活性的动力学测定

1.3.1 α -NA 羧酸酯酶的活性测定

参照 Byrne 等^[15-16],在96孔酶标板各孔穴内加

入酶粗提液10 μ L,加入25 μ L 0.1×10^{-3} mol/L毒扁豆碱溶液,再加入200 μ L 1 mmol/L α -NA和1.5 mmol/L固蓝RR盐混合液;在ELX-800型酶标仪450 nm下,每隔30 s读1次光密度值,直到10 min,共读取21次;然后以时间与光密度值作图,求出线性部分的斜率,以反应的初速度值作为酶活性。

1.3.2 乙酰胆碱酯酶的活性测定

参照 Graham 等方法^[16-17],在96孔酶标板各孔穴内加入50 μ L酶粗提液、50 μ L 0.02 mol/L的磷酸缓冲液(pH 7.0)及100 μ L 45 μ mol/L二硫双对硝基苯甲酸(DTNB),再加入100 μ L 1.5 mmol/L碘化硫代乙酰胆碱(ATChI),轻微振荡混匀;在ELX-800型酶标仪下,每隔30 s读1次光密度值,直到10 min,共读取21次;然后以时间和光密度值为横纵坐标值作图,求出线性部分的斜率,即以反应的初速度值作为酶活性。

2 结果与分析

2.1 寄主植物对烟粉虱后代羧酸酯酶活性的影响

取食不同寄主烟粉虱后代种群的 α -NA羧酸酯酶活力见表1。由表1可知,在4种寄主植物上取食的烟粉虱后代种群中,以小白菜上的烟粉虱种群的 α -NA羧酸酯酶活力最高,其次为甘蓝、花菜,苘麻上最低。小白菜上烟粉虱后代羧酸酯酶活力是取食苘麻的3.90倍。花菜与苘麻上的烟粉虱后代种群 α -NA羧酸酯酶活力差异不显著(Duncan新复极差法检验, $p < 0.05, n = 450$),其他各寄主上的后代种群之间酶活力差异极为显著,取食小白菜、甘蓝的烟粉虱后代羧酸酯酶活力显著高于取食花菜和苘麻的。

2.2 寄主植物对烟粉虱后代乙酰胆碱酯酶活性的影响

由表2可知,取食不同寄主烟粉虱的后代乙酰胆碱酯酶(AChE)活力以甘蓝上的种群活力最高,苘麻上的种群活力最低。取食甘蓝、花菜、小白菜、苘麻的烟粉虱后代AChE OD值分别为126.367 7、64.399 1、50.022 9、44.300 6。方差分析表明,4种寄主上的烟粉虱种群中,花菜与小白菜之间、小白菜与苘麻之间的酶活力差异不显著,其余各寄主上的种群相互间酶活力差异显著;取食甘蓝、花菜、小白菜的后代AChE OD值分别为取食苘麻的2.85、2.39和

1.07倍,甘蓝上的烟粉虱后代与花菜、小白菜和苘麻上的烟粉虱种群之间酶活力差异均达到了极显著水平(Duncan 新复极差法检验, $p<0.01$, $n=450$)。

表1 取食不同寄主植物烟粉虱后代 α -NA 羧酸酯酶比活力¹⁾

寄主植物	α -NA 羧酸酯酶活性(±SE)/ nmol · mg ⁻¹ · min ⁻¹	差异显著性		比值
		0.05	0.01	
小白菜	16 458.140 0±1 850.994 0	a	A	3.90
甘蓝	9 283.903 6±455.246 4	b	B	2.20
花菜	6 546.892 3±679.506 8	c	BC	1.55
苘麻	4 224.840 7±425.267 4	c	C	1.00

1) 在 450 nm 下测定的 OD 值。

表2 取食不同寄主植物的烟粉虱成虫乙酰胆碱酯酶比活力¹⁾

寄主植物	乙酰胆碱酯酶(±SE)/ nmol · mg ⁻¹ · min ⁻¹	差异显著性		比值
		0.05	0.01	
甘蓝	126.367 7±15.782 3	a	A	2.85
花菜	64.399 1±3.017 0	b	B	2.39
小白菜	50.022 9±5.323 3	bc	B	1.07
苘麻	44.300 6±9.741 6	c	B	1.00

1) 在 450 nm 下测定的 OD 值。

3 讨论

植食性昆虫与高等植物长期共进化过程中,植物产生许多毒性次生物质,如生物碱、萜类和酚类化合物等,以保护其免受虫害;但这也导致植食性昆虫产生相应的适应,如习性、生理过程及生化机制发生改变等^[18]。谭维嘉^[19]曾发现寄主植物对棉铃虫乙酰胆碱酯酶活力没有影响,但也有许多研究表明,同一种昆虫取食不同寄主植物,其后代体内的羧酸酯酶和乙酰胆碱酯酶活力受到影响^[7-12,20-23]。本研究证明,取食不同寄主植物的烟粉虱,其体内 AChE 和 CarE 的比活力均有显著差异,表明寄主植物对烟粉虱的 AChE 和 CarE 活性均有诱导性。一般认为,乙酰胆碱酯酶并非解毒酶,寄主植物对这种非解毒酶的诱导原因有待进一步研究。

Terriere 曾论述过多寄主植物的农业害虫取食不同寄主植物后对药剂的反应不同,可能与寄主植物中存在某种物质的差异有关,该物质能激活或抑制昆虫体内的代谢活动^[24]。Brattsten 研究也表明,植物次生物质可诱导激活或抑制害虫体内与杀虫剂代谢相关的解毒酶系,从而导致害虫对药剂敏感性的变化^[25]。本文研究结果表明,寄主植物对烟粉虱羧酸酯酶有显著影响,这可能与寄主植物体内营养结构和次生代谢物的种类以及烟粉虱虫体内的营养状态有关。羧酸酯酶是烟粉虱对拟除虫菊酯和某些有机磷杀虫剂产生抗性的机制之一,因此寄主植物对烟粉虱羧酸

酯酶的影响也会影响到烟粉虱对杀虫剂的敏感性。取食不同寄主植物引起烟粉虱羧酸酯酶和乙酰胆碱酯酶活力的改变是否影响到烟粉虱对杀虫剂抗药性的变化,烟粉虱因取食不同寄主植物所引起对药剂抗性及其生理生化差异,是寄主植物中某种物质选择作用还是诱导作用所引起,还有待进一步深入研究。

目前,我国很多地区的烟粉虱已对多种杀虫剂产生了较高水平的抗性,在防治上,可利用其在不同寄主植物上抗性的差异和转寄主为害的习性,注意在越冬寄主及保护地瓜类蔬菜上搞好防治,减少烟粉虱从越冬寄主及保护地向蔬菜上的扩散量,在有效控制烟粉虱抗药性的提高的同时更好地实现烟粉虱的综合防治。

参考文献

[1] SECKER A E, BEDFORD I A, MARKHAM P G, et al. Squash, a reliable fieldindicator for the presence of B biotype of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* [C]// Brighton Crop Protection Conference-Pest and Diseases, Brighton: British Crop Protection Council,1998.

[2] World Conservation Union. *Bemisia tabaci* (insect): ISSG's global invasive species database[EB/OL]. [2006-06-20]. <http://www.issg.org/database/species/ecology>.

[3] ELBERT A, NAUEN R. Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids[J]. Management Science, 2000, 56: 60-64.

[4] 邓业成,徐汉虹,雷玲. 烟粉虱的化学防治及抗药性[J]. 农药, 2004,43(1):10-15.

[5] 唐振华. 昆虫抗药性及其治理[M]. 北京:农业出版社,1993.

[6] 冷欣夫,唐振华,王荫长. 杀虫剂分子毒理学及昆虫抗药性[M]. 北京:农业出版社,1996.

[7] 高希武. 寄主植物对棉蚜羧酸酯酶活性的影响[J]. 昆虫学报, 1992,35(3):267-272.

[8] 李鹏武,宗静,高希武,等. 寄主植物对桃蚜羧酸酯酶和乙酰胆碱酯酶的诱导作用[J]. 植物保护,1997,23(2):14-16.

[9] 宋春满,高家合,邓建华,等. 寄主植物对云南烟蚜解毒酶和靶标酶活力的影响[J]. 西南农业大学学报,2002,24(3):241-243.

[10] 谢佳燕,何凤琴,李梅,等. 寄主植物对棉蚜乙酰胆碱酯酶的影响[J]. 植物保护学报,2002,29(4):341-345.

[11] LINDROTH R L. Host plant alteration of detoxication activity in *Papilio glaucus* [J]. Entomol Exp Appl,1989,50:29-35.

[12] 李云寿,罗万春,赵善欢. 不同寄主植物对小菜蛾羧酸酯酶活性的影响[J]. 山东农业大学学报,1996,27(2):147-151.

[13] 董向丽,高希武,郑炳宗. 植物次生物质对棉铃虫谷胱甘肽S2转移酶和乙酰胆碱酯酶的影响[J]. 植物保护学报,1998,25(1):

- 72-78.
- [14] HINKS C F, SPURR D T. Effect of host plants on the susceptibility of the migratory grasshopper (Orthoptera: Acrididae) to delamethrin and dimethoate[J]. Journal of Economic Entomology, 1989, 82(3): 721-726.
- [15] BYRNE F J, DEVON SH IRE A L. Insensitive acetylcholinesterase and esterase polymorphism in susceptible and resistance populations of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn)[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 1993, 45: 34-42.
- [16] GRAHAM D W, GAO X W, DENHOLM I, et al. Characterization of insensitive acetylcholinesterase in insecticide resistant cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 1996, 56: 102-110.
- [17] LIF, HAN Z J. Purification and characterization of acetylcholinesterase from cotton aphids (*Aphis gossypii* Glover)[J]. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 2002, 51: 37-45.
- [18] LINDROTH R L. Differential toxicity of plant allelochemicals to insects; roles of enzymatic detoxication systems[M]// BE-MECYS. Insect - Plant Interaction. CRC Press, 1991: 1-33.
- [19] 谭维嘉, 赵焕香. 取食寄主植物的棉铃虫对溴氰菊酯敏感性的变化[J]. 昆虫学报, 1990, 33(2): 155-159.
- [20] 孙耘芹, 冯国蕾, 袁家珪, 等. 棉蚜对有机磷杀虫剂抗性的生化机理[J]. 昆虫学报, 1987, 30(1): 13-18.
- [21] 王建军, 戴志一, 杨益众. 寄主植物对棉铃虫体内解毒酶活性的影响[J]. 江苏农业研究, 2000, 21(2): 58-61.
- [22] 高希武, 董向丽, 宗静, 等. 寄主植物及其次生物质对棉铃虫解毒酶系和乙酰胆碱酯酶的诱导作用[C]//中国有害生物综合治理论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1996: 635-638.
- [23] 李云寿, 罗万春, 慕立义, 等. 不同寄主植物对小菜蛾艾氏剂环氧化酶和乙酰胆碱酯酶活性的影响[J]. 植物保护学报, 1996, 23(2): 181-184.
- [24] TERRIERE L C. Induction of detoxication enzymes in insects[J]. Ann Rev Entomol, 1984, 29: 71.
- [25] BRATTSTEN L B. Potential role of plant allelochemical in the development of insecticide resistance[M]// BARBOSA P, LE-TOURNEAU D K. Novel Aspects of Insect-Plant Interaction. New York: Wiley, 1998: 313-348.